编者按 2023 年 6 月 6 日，习近平总书记在内蒙古自治区巴彦淖尔市考察，主持召开加强荒漠化综合防治和推进“三北”等重点生态工程建设座谈会并发表重要讲话。他强调，加强荒漠化综合防治，深入推进“三北”等重点生态工程建设，事关我国生态安全、事关强国建设、事关中华民族永续发展，是一项功在当代、利在千秋的崇高事业。过去 45 年，中国荒漠化防治和“三北”工程建设取得了举世瞩目的辉煌成就：“三北”工程区森林覆盖率由 5.05% 增至 13.84%，45% 以上可治理沙化土地面积得到初步治理，61% 的水土流失面积得到有效控制，4.5 亿亩农田得到防护林网的保护，走出了一条中国特色防沙治沙道路。前续成就巨大，未来任务维艰。未来，我国利用 10 年左右时间，打一场“三北”工程攻坚战，急需科技新引擎。基于国家科技基础资源调查专项、国家自然科学基金、中国工程院战略与咨询项目等多项科技计划成果产出，《中国科学院院刊》组织策划了“综合防治荒漠化 打赢‘三北’攻坚战”专题，提出了中国荒漠化防治的战略选择与未来愿景，以及新时期“三北”工程建设的实现路径和战略规划，助力创造中国特色防沙治沙的新奇迹，期冀为“三北”攻坚战提供新动能。该专题由中国林业科学研究院首席科学家卢琦研究员和中国科学院新疆生态与地理研究所雷加强研究员共同指导推进。

引用格式：崔桂鹏, 肖春蕾, 雷加强, 等. 大国治理：中国荒漠化防治的战略选择与未来愿景. 中国科学院院刊, 2023, 38(7): 943-955, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230706002.
Cui G P, Xiao C L, Lei J Q, et al. China’s governance: Strategy choice and future vision for combating desertification. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(7): 943-955, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230706002. (in Chinese)

大国治理：中国荒漠化防治的战略选择与未来愿景

崔桂鹏[1,2] 肖春蕾[3] 雷加强[4] 李晓松[5,6] 包英爽[1,2] 卢 琦[1,2*]

1 中国林业科学研究院生态保护与修复研究所 北京 100091
2 中国林业科学研究院荒漠化研究所 北京 100091
3 中国自然资源航空物探遥感中心 北京 100083
4 中国科学院新疆生态与地理研究所 乌鲁木齐 830011
5 中国科学院空天信息创新研究院 数字地球重点实验室 北京 100094
6 可持续发展大数据国际研究中心 北京 100094

摘要 中国70余年来持续开展的荒漠化防治取得了巨大成就。当前中国荒漠化防治进入新阶段，仍面临沙化土地基数大、治理难度高等问题，需要全方位满足生态建设、乡村振兴和沙戈荒地区风电光伏开发利用等国家战略需求。新时期中国荒漠化防治的战略选择是整体提升、重点突破，战略核心是全域治理、创新驱动、技术集成，分类施策的制度安排是全面实施“一荒四制”（养、防、治、用），全力打好打赢“三北”攻坚战

*通信作者
资助项目：国家自然科学基金（32101592），科学技术部科技基础资源调查专项（2022FY202300、2022FY202301），国家林业和草原局重点课题（2021ZDKT009），中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金（CAFYBB2021ZD003）
修改稿收到日期：2023年7月6日

的“三大标志性战役”，优先布局一批重点示范工程，加快政策更新，打造科技新引擎，助力荒漠化防治提质增效、擘画“三生”融合、人沙和谐的中国式现代化美好愿景，推进荒漠化防治的“中国方案”走向世界、惠益全球。

关键词 荒漠化防治，防沙治沙，生态治理，战略选择，未来愿景

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20230706002

CSTR 32128.14.CASbulletin.20230706002

中国持续开展荒漠化防治取得了巨大成就，全国荒漠化扩展的态势已经得到根本性遏制，实现了3个监测周期（每5年1次的全国荒漠化和沙化土地监测）的“双减”（荒漠化和沙化土地面积双减少、程度双减轻）[1]。实施一系列国家重大生态工程保障了干旱区半干旱区生态安全，取得了一定的生态效益。研究表明中国开展的生态修复工程为中国实现联合国可持续发展目标（SDGs）作出了重要贡献[2]。2000—2017年，中国用全球6.6%的植被面积，贡献了全球25%的“增绿”量，其中林草行业牵头的生态工程贡献了其中的42%[3]。中国北方地区植被覆盖度在1981—2013年的33年间总体提高明显，黄土高原地区、东北地区和新疆中部地区植被覆盖度增加最为显著，该研究分析认为北方生态工程“增绿”是主要作用力[4]。2000—2010年中国通过国家重大生态工程贡献了工程区半数的固碳[5]。2000年以来，中国土地净恢复面积位居全球第一，贡献了全球接近1/5的净恢复面积[6]。近20年来，京津风沙源工程区沙化土地面积持续减少，研究表明以防治荒漠化为主旨的生态工程是沙化土地变化的主要驱动因素，自然因素主导的变化不到1%，证明京津风沙源区生态向好并非“靠天吃饭”[7]。中国荒漠化地区的生态系统质量、功能得到稳步提升，生态服务增效[8-10]，未来荒漠和荒漠化地区的生态保护格局需要增进与区域发展的协同[11]。

2023年6月6日，在内蒙古巴彦淖尔召开的加强荒漠化综合防治和推进“三北”等重点生态工程建设座谈会上，习近平总书记强调，“现实表明，我国荒漠化防治和防沙治沙工作形势依然严峻。我们要充分认识防沙治沙工作的长期性、艰巨性、反复性和不确定性，进一步提高站位，增强使命感和紧迫感”。当前，中国荒漠化防治的技术、模式和政策法规已经基本完善，将进一步推广到“一带一路”沿线国家[12,13]。从人进沙进到人进沙退、人退沙退，未来将实现人沙和谐，制度优势、普惠政策和战略选择是重要保障。然而，中国荒漠化和沙化土地基数大，依据全国第六次荒漠化和沙化调查公布数据，截至2019年，全国荒漠化土地面积257.37×10^4 km^2，占国土面积的26.8%；全国沙化土地面积168.78×10^4 km^2，占国土面积的17.6%；北方干旱半干旱地区的生态环境总体仍然敏感脆弱[1,10]。东部地区科尔沁沙地—浑善达克沙地仍然是重要的风沙源，中部地区黄河“几字弯”水患、沙患、盐患“三害”叠加，西部地区河西走廊—塔克拉玛干沙漠边缘风沙口治理、遗产地保护仍然不完备。一些科技短板、资金缺口和机制缺项仍然存在。科技的支撑作用尚未得到充分发挥。需要尽快开展荒漠化防治工作的战略设计，实现荒漠化地区的可持续管理。

新时期中国荒漠化防治面临战略机遇期，需要对接SDGs，承接中国生态文明建设重任，为全球生态治理提供荒漠化防治的“中国方案”。通过整体提升、重点突破，优先保护原生沙漠，趋利避害因害设防，高效利用增进民生福祉，实现人沙和谐。在荒漠化防治科技支撑上，开展治沙技术、模式的研发、示范、

推广、科普全体系建设。综合上述内容，提出中国荒漠化防治战略选择和未来愿景。

1 国家主导，战略升级

近40年以来，中国先后开展了“三北”工程、京津风沙源治理工程、天然林保护工程、退耕还林退牧还草工程、山水林田湖草沙一体化保护和修复工程等一系列重大生态工程，北方生态环境实现好转[14]；初步建立了以国家公园为主体的自然保护地体系，大批天然沙漠纳入了封禁保护；国家开展了6期荒漠化和沙化土地监测，中国沙“情”基本清楚[15,16]，在荒漠地区初步组建了长期定位观测研究网络[17]。当前，荒漠的科学管理和荒漠化土地治理与开发的关系相比40年前已基本理顺，生产、生活、生态“三生”在部分地区达到基本和谐。全域治理、系统治理的理念得到科学发展。生态安全协同一体化高质量绿色发展成为区域发展优先选择。

1.1 全域治理、“皮”“毛”兼治

*中国创造性地发展并丰富了“山水林田湖草沙”一体化保护和修复的生态建设新思想。*根据“山水林田湖草沙”7类要素的差异，归纳为“皮毛”兼治体系（图1）。其中，“山水湖沙”为“皮”，代表了土地的承载力属性；“林田草”为“毛”，代表了土地的生产力属性。“皮”包括地面及其以下部分，是“毛”生长发育的基质，在生态建设中注重生态用地的规划配给。“毛”包括地面以上生长的植物，是基于“皮”的产出，在生态建设中要注重“以水定绿”“以水定产”。

*“皮毛”兼治是全域治理、综合治理、系统治理的朴素归纳。*其中又包含多个层面的理解。① “皮”内部的生态安全保障，如乌兰布和沙漠风沙入黄河（沙、水）、贺兰山矿山生态修复（山、沙）、敦煌西湖生态治理（沙、水、湖）等。② “毛”内部的林业和草原、农业行业之间“林田草”的高质量一体化发展，如退耕还林退牧还草工程、农牧交错带退化草地修复、严守耕地红线等。③ “皮”“毛”基于土地承载力的植被生产力优化配置，如农田/绿洲防护林建设（沙、水、林、田、草）、科尔沁沙地/草地全域治理（沙、水、草、田）等。

*在荒漠化防治任务较重的西北干旱半干旱区，“山水林田湖草沙”通常呈现多要素叠加、危害叠加的局面。*以黄河“几字弯”为例，该地地处黄河流域和北方防沙带，“山水林田湖草沙”7要素齐全（阴山、贺兰山，黄河、十大孔兑，防风固沙林，河套平原粮食基地，乌梁素海，乌拉特草原，乌兰布和沙漠等要素）。水患（黄河悬河）、沙患（风沙灾害、粗沙入黄）、盐患（盐渍化）“三害”叠加，生产、生活、生态“三生”矛盾突出（生态用水、生态用地），在区域上高度重合，问题上高度一致，需要统筹实施一揽子全域治理方案；干旱区绿洲则是水、沙、田矛盾突出，普遍存在盐渍化高风险、盐渍化土地恶化的问题，威胁粮食安全。因此，在荒漠化防治尤其是生态

七位一体系统治理		“皮”承载力 - 生态用地			
		山	水	湖	沙
“毛”—生产力—以水定绿	林	阴山、贺兰山、祁连山	河岸林（胡杨等）	湖岸林（柽柳等）	防护林（新疆杨）
	田	经济林 / 水源涵养	银川平原灌区	内蒙古河套灌区	沙漠边缘绿洲防护林
	草	山地草原	草甸草原	湿地 - 草原	四大沙地草原
荒漠化防治空间布局		东部雨养植被区（> 300 mm）	中部多源水养区（100—300 mm）		西部雪水灌溉区（< 100 mm）

图1 “山水林田湖草沙”七位一体“皮毛分治、皮毛兼治”示意图

Figure 1 “Mountains, rivers, forests, fields, lakes, grass, and sand” seven-in-one “skin and fur management” schematic

建设空间布局中，应依据“皮”的自然禀赋条件差异，科学规划林草植被生态建设和农业生产。

1.2 理念创新、师法自然

中国荒漠化防治理念经历了3个阶段。① 早期，全民动员、向沙漠进军、群众治沙的起步阶段，② 中期，依靠国家意志、重大工程带动的发展阶段，③ 当前，全域治理、综合治理、系统治理的新阶段[13,18-20]。在不同历史阶段面临的最突出难题各有不同，首要任务就各有侧重。新时期中国荒漠化防治实施了一系列理念上的创新，讲究师法自然。目前全球主流的生态治理理念，如可持续发展、基于自然的解决方案（NbS）等，都在中国传统文化中有所展示。例如《周书·大聚篇》“禹之禁，春三月山林不登斧，以成草木之长，夏三月川泽不入网罟，以成鱼鳖之长”对应可持续发展，《战国策·齐策四》“返璞归真”、《道德经》“人法地、地法天、天法道、道法自然”对应NbS。

新时期荒漠的科学管理和荒漠化科学防治理念需要更新。沙区生态建设要加强与区域高质量一体化协同绿色发展，既保障生态安全，又带动区域绿色发展；既要解决生态问题，也要解决民生问题，更要解决绿色发展问题。矿山生态修复、沙漠污染治理、湖泊湿地的生态保护与修复要与荒漠化防治工作有机衔接、高度融合。“三北”工程6期将启动20个县级科学绿化试点，根据不同立地条件，以水资源约束条件科学规划县域尺度的林草资源优化配置[21]。

1.3 治沙“妙方”、技术完备

70多年来，中国在荒漠化防治领域坚持国家主导，鼓励各行业（林草、科技、农业、水利、金融、环境保护等）和社会各层面（治沙企业、治沙模范、林场建设、教学科普等）积极参与，发挥科技支撑、各地特色和群众智慧，针对不同生物气候带建立了多种类型的荒漠化治理模式和技术体系。本文尝试按照传统中医理念，把治沙技术分为“单方、验方和秘方”三大类，外加重建一“妙方”。

治沙“单方”。指利用单项技术快速治理沙害的“处方”。例如，机械沙障的“草方格”技术被誉为“中国魔方”，在20世纪50年代由苏联专家彼得洛夫引进中国并加以改良，固沙效果出色，至今仍然在沙区被广泛应用。此外还包括近年来民间组织发起的“蚂蚁森林”“一亿棵梭梭”等植树造林项目。

治沙“验方”。通过多年实践证明，生产上行之有效的一些综合治沙技术是对单项技术的组装、配套，实现了沙害治理的技术集成和创新。典型代表包括：基于输沙和导沙特征研究的“以固为主、固阻结合”的铁路、公路治沙体系（如包兰铁路沙坡头段和塔克拉玛干沙漠公路的综合防沙治沙体系），实现以水定绿的“低覆盖度防沙治沙技术体系”等。其中，中国交通干线风沙危害防治模式及应用已处于国际领先地位[22]。

治沙“秘方”。根据各地不同的气候、土壤类型及生态经济需求，发展适用于不同生态-地理区域的一揽子解决方案。目前，中国开展的一些防沙治沙模式有：适用于极端干旱区的“和田模式”“阿克苏模式”“敦煌模式”“额济纳模式”等；适用于干旱区的“临泽模式”“民勤模式”“沙坡头模式”“磴口模式”“库布其模式”“二连模式”等；适用于半干旱地区的“榆林模式”“右玉模式”“赤峰模式”“塞罕坝模式”“章古台模式”等；还有适用于高寒特殊生境的“共和沙珠玉模式”“贵南黄沙头模式”“玛曲模式”“若尔盖模式”等。

沙漠建新城“妙方”。阿拉尔、格尔木、康巴什、乌海、巴彦浩特、沙坡头区等都是沙漠中建设的城市。新疆生产建设兵团从“屯垦戍边”向“建城戍边”转变，城镇和绿洲得到建设和发展，如阿拉尔市、胡杨河市等，均为兵团管辖、治区直辖的县级市。

1.4 沙漠“风光”、重大机遇

2021年10月，习近平主席在联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）领导人峰会主旨讲话中提出，中国将在沙漠、戈壁、荒漠地区大规模开展风电、光伏建设。2022年1月，国家发展和改革委员会、国家能源局联合发布《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》和《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，提出一系列促进沙区风电光伏发展的政策措施。2023年3月，自然资源部办公厅、国家林业和草原局办公室、国家能源局综合司联合发布《关于支持光伏发电产业发展规范用地管理有关工作的通知》，针对沙漠、戈壁、荒漠等区域发展光伏产业的用地问题进行规范。在严格保护生态和规范用地、用水的前提下，沙漠、戈壁、荒漠等区域风光电建设，将为荒漠化地区“防治用”带来机遇。

风电光伏产业成为荒漠化防治工作未来与地方协同发展的一大特色。探讨建立“光伏+治沙”等一揽子解决方案和社会资本准入机制，加快研发相应的生态保护技术体系。沙漠风电光伏开发将提供大量清洁能源，除大部分电能外输增收之外，仍有小部分电能将可以用于就地的产业发展，这将为荒漠和荒漠化地区以植物工厂、光合工程、设施农业为代表的新型绿色产业高质量发展提供新动能。

2 整体提升，重点突破

荒漠化防治关乎广阔荒漠和荒漠化地区的生态建设、区域发展、乡村振兴和民生福祉。荒漠化防治战略选择的出发点有3个：① 要确保荒漠生态系统的健康、可持续、科学高效利用，让荒漠生态系统更好地服务人类；② 加强荒漠化的预防、治理、评估，强化优惠政策支撑；③ 要积极对接国家重大战略，为统筹“山水林田湖草沙”综合治理贡献力量。

中国荒漠化防治战略选择必须充分对接国家战略、满足国际履约和响应全球倡议。遵循“统筹山水林田湖草沙综合治理”和“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”的治理思路，以对接“双重”规划为抓手，抓好全国防沙治沙综合示范区建设，筑牢北方重要生态安全屏障，落实“双美”（建设美丽中国、满足人民群众对美好生活的需要）目标；明确对标“双碳”目标[23]，回应“双约”目标（SDGs、联合国防治荒漠化公约土地退化零增长目标“LDN”），构建干旱区人类命运共同体。

2.1 一荒四“制”、定期评估

针对荒漠化地区各种类型和荒漠生态系统不同区域，提出“养、防、治、用”4字方针，确定一荒四“制”（加一“评”）的战略框架（图2）。

（1）“养”——针对原生沙漠、沙地、戈壁等自然生态系统，规划重点“养护”（保护）区域。在荒漠生态系统重点开展养护（管护）的四大类型包括国家公园、自然保护区、沙漠自然公园和封禁保护区。

（2）“防”——针对处于“亚健康”状态区域，预防潜在荒漠化、沙化。主要包括现有荒漠化和沙化土地的边缘地带等容易造成土地退化的区域，以及已有明显荒漠化和沙化趋势的区域，进行重点预防和科学管护。

（3）“治”——针对呈现“病态”的区域，科学推进荒漠化重点区域治理、减缓其恶化程度与人工修复。依据《北方防沙带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035年）》，针对中国沙化土地的各类型区、重点防治区，进行分类集中连片治理。

（4）“用”——针对可开发利用的区域，坚持“高投入、高产出、高效率、高效益”原则，管好用好沙区有限资源。在继续推进沙区种植业、养殖业，培育沙区绿色食品产业、生物制药产业、开发利用砂基材料、发展沙区生态旅游产业等基础上，加大力度开发“四高”产业，启动风光电、工厂化设施农业、植物工厂、光合工程等一系列符合“四高”特点的工程项

目。加强沙区土地资源、水资源的管理，推进高效集约化开发利用。

（5）“评”——针对荒漠和荒漠化地区，定期开展荒漠生态系统质量、功能、服务评估。构建反映荒漠生态质量优劣和荒漠生态系统健康的关键监测指标和评估指标，充分利用集成卫星、无人机和地面传感器网络的“星—空—地”一体化监测技术，在“点”和“面”2个空间尺度上对荒漠生态系统的生态功能进行连续监测，开展荒漠生态系统质量、健康、功能和服务评估。

2.2 优先布局、重点示范

在未来中国荒漠化防治战略任务中，优先选择较为重要且需求迫切的领域，着重部署五大优先行动。① 荒漠生态系统优先保护行动。主要包括全力推进增设荒漠类国家公园、开展中国沙漠、沙地、戈壁编目和加强科普宣传、增加与媒体和社会层面互动等。② 荒漠可持续发展行动。主要包括加强防灾减灾、预报预警、遏制黄河中上游粗沙入黄、治理河套灌区日趋严重“悬河”上移态势（黄河悬河问题有从下游上移到中上游的趋势）等。③ 荒漠高质量发展行动。主要包括推动沙漠、沙地、戈壁地区大型风光电新能源基地建设、加快建设荒漠生态系统绿色产业的金融支撑体系等。④ 荒漠“双碳”行动。主要是研发基于水资源承载力的固沙植被“固碳”的提质增效技术。⑤ 荒漠管理的“中国方案”国际交流与技术输出行动。针对全球防治荒漠化介绍中国经验与措施、贡献中国智慧、提供中国方案，建议优先考虑支持泛非洲开展“绿色长城”建设，援助非洲开展农林复合经营，在非洲有条件且人口集中的缺电、无电区域推进光伏产业发展等。

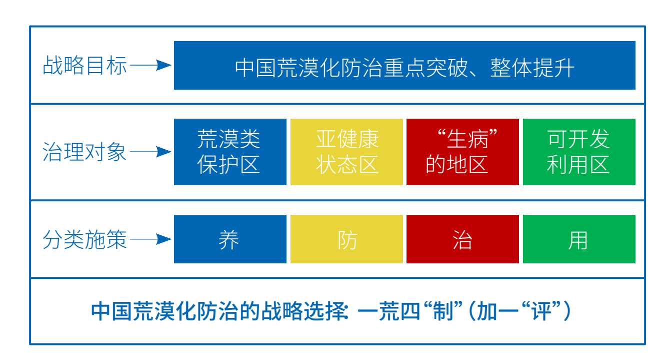


图2 中国荒漠化防治的战略选择框架图

Figure 2 Framework of China’s strategic choice for combating desertification

按照自然禀赋尤其是水分条件的差异，选择代表性的重点区域开展示范。例如，极干旱区：敦煌盆地；极干旱区-干旱区：塔克拉玛干周边区；干旱区：黄河“几字弯”区；半干旱区：科尔沁沙地浑善达克沙地全域。

2.3 立法定规、制度先行

（1）启动《中华人民共和国防沙治沙法》修订程序。使修订后的《中华人民共和国防沙治沙法》更加适应新时期国家生态治理理念和相关国家战略要求，并与其他环境保护与自然资源方面的相关法律做好衔接，为荒漠生态系统的可持续发展奠定法律基础。

（2）加强推进相关规划的实施。主要包括“双重”规划、全国防沙治沙规划、林业与草原保护发展规划、水土保持规划、农业可持续发展规划、国家沙漠公园发展规划等。

（3）继续推动和完善防沙治沙目标考核责任制。探索建立沙区生态损害责任追究制度，明确沙区生态环境损害责任追究情形、追究形式、认定程序等。

（4）建立荒漠生态系统保护制度。主要是建立沙化土地封禁保护区制度、落实基本草原保护制度、明晰沙区自然资源资产产权制度和完善草原承包经营制度、完善沙区资源开发利用监管制度等。

（5）建立荒漠生态系统保护补偿机制。在中国现有林业补贴政策、草原生态保护补助奖励政策、沙化土地封禁保护补助政策、沙区税收优惠政策的基础上，建立荒漠生态系统的生态补偿机制。积极开展多元化补偿方式探索和试点，建立补偿与惩罚的双向机制，加快完善荒漠生态补偿的配套性制度。

（6）坚定履约承诺。继续履行《联合国防治荒漠

化公约》（UNCCD）、《联合国生物多样性公约》（CBD）和《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）（简称“里约三公约”），通过里约三公约的平台，与国际社会建立合作机制，使中国技术、中国经验和中国方案走进世界，特别是欠发达国家，为全球防治荒漠化事业贡献中国智慧。推动全球实现SDG15.3目标（土地退化零增长）的内容，积极响应二十国集团（G20）有关2040年将土地退化减半的倡议。

2.4 科技支撑、创新驱动

*（1）加强荒漠化防治基础研究与关键技术研发。*以荒漠化防治和“三北”工程领域科研院所、公私企业和技术推广单位为依托，形成政企学研合作机制，开展联合公关，鼓励创新，争取在荒漠化防治基础科学研究、治理技术开发和新产品制造应用等领域取得新突破。

*（2）强化荒漠化防治技术成果的推广应用。*继续完善现有的国家、省（市、区）、县（市、旗）等各级技术推广网络，充分利用各种农、林、牧、水等行业有关技术推广途径，建立荒漠生态系统可持续发展技术及信息共享平台。

*（3）健全荒漠化监测预警与观测研究网络体系。*建立以国家监测中心、地区监测中心和省级监测中心为主干，以定位监测站、固定监测样线为依托的监测体系，形成“观测—科研—示范—推广”四位一体的长期观测与研究网络体系。

*（4）完善荒漠化防治技术标准体系建设。*加快推进荒漠生态系统保护与荒漠化防治，尤其是沙尘暴、干旱及大风等灾害应急处置等重点领域相关标准的制定、修订工作。同时，积极参与防治荒漠化国际标准制定，推进荒漠化防治技术标准的国际化进程。

*（5）建立荒漠化防治多元融资体系。*稳定财政投入力度，鼓励地方和民间投入防沙治沙，建立荒漠生态产品价值实现机制，充分发挥荒漠生态产品在旅游等方面生态价值。鼓励社会与民间基金，积极参与国家、地方和社区防治荒漠化的工程投入，拓展荒漠化防治的融资渠道。

*（6）加强基础调查、摸清家底。*积极谋划开展第二次全国沙漠科考、跨境沙漠戈壁本底资源调查；积极推动防治荒漠化国际合作，推动建设中蒙荒漠化防治合作中心，筹建中阿干旱、荒漠化和土地退化国际研究中心，支持泛非洲“绿色长城”建设科技支持项目，联合开展中亚咸海生态修复工程，力争参与沙特“百亿棵树计划”等重大国际、区域和外国防治荒漠化和沙害治理项目，开展跨境荒漠化防治和沙尘暴源区治理；鼓励国内荒漠化防治和沙漠科学研究单位与团队开展跨境调查研究。

3 面向未来，蓝图愿景

3.1 面向2035年的中国荒漠化防治目标

预计到2035年，中国荒漠化防治将取得决定性进展。荒漠和荒漠化地区治理体系和治理能力现代化基本实现，可持续、高质量、绿色发展能力大幅提升。可治理的荒漠化和沙化土地面积将持续减少，沙化程度显著减轻，沙区植被覆盖基本稳定，沙区生态环境逐步好转，四大沙地、沙漠绿洲、青藏高原、黄河流域、京津冀周边等重点区域生态状况显著改善，筑牢北方生态安全屏障的目标初步实现。国家沙漠公园建设体系逐步完备。沙区绿色产业支撑能力显著增强，沙区资源合理利用体制机制基本形成，建成比较完整的绿色产业体系。同时，在服务国家生态文明建设需求的基础上，将更好地支持国际履约需求和推进全球实现SDGs15.3目标（土地退化零增长）。

*根据中国自然禀赋条件的地区差异，谋划未来不同区域的荒漠化防治重点目标任务。*中国陆地的地势在传统上分为三大阶梯，本文增加针对海洋蓝色国土和海岸带（海岸沙丘分布区）的专门考量，在三大阶梯基础上提出新的“四大台阶”，将蓝色国土及海岸带地区单独列为“第四台阶”，按新的四大台阶分区

施策，谋划相应荒漠化防治重点任务（图3）。

第一台阶：中国陆地三级阶梯中的第一阶梯，包括青藏高原地区，为高海拔高寒地区，核心目标任务是三江源草地退化与荒漠化防治、冻融荒漠化治理，保障"亚洲水塔"生态安全。

第二台阶：第二阶梯，包括西北内陆、内蒙古高原、黄土高原、四川盆地、云贵高原等地区，为中国干旱区、半干旱区主要分布区，是荒漠化防治和"三北"工程"三大攻坚战"的主战场，核心目标任务是打好黄河"几字弯"攻坚战，主攻黄河岸线控沙与光伏治沙，确保黄河安澜，维护粮食基地生态安全；打好河西走廊—塔克拉玛干沙漠边缘阻击战，主攻风沙口治理、遗产地保护，维护"一带一路"沿线重要节点的生态安全；加强沙尘源区和沙尘途经区生态治理，保障中国北方防沙带生态安全，提升农田生态系统质量。

第三台阶：第三阶梯，包括东北平原、华北平原、华东、华南地区，为半干旱半湿润区、湿润区的主要分布区，核心目标任务是打好科尔沁—浑善达克沙地歼灭战，主攻高质量林草建设，恢复昔日传统草原景观（如两大沙地的榆树稀疏草原），有效治理两处沙地入侵京津冀的风沙源；实施好京津风沙源治理、东北黑土地治理工程。

第四台阶：蓝色国土以及海岸带地区，为海岸沙地、海洋分布区，核心目标任务是海岸沙地荒漠化和沙化防治、保障国家蓝色国土的生态安全。

一方面，四大台阶的荒漠化防治各有其重点目标任务；另一方面，四大台阶的荒漠化防治都将为国家生态建设作出相应贡献，并融入国家生态治理大局，构建国土海陆统筹治理的战略规划。

3.2 新时期中国荒漠化防治工作面临新使命

面向未来的中国荒漠化防治将实现从防沙、治沙、用沙到知沙、养沙、护沙的重大战略转变，由荒漠开发、荒漠化防治延伸拓展到生态治理、全域治理、全面治理、全民治理，未来中国荒漠化防治的蓝图愿景主要包含4个方面（图4）。

3.2.1 "三生"融合、一体发展

生态用地实现科学规划。未来在荒漠化防治地区

图3 中国"四大台阶"荒漠化防治核心目标任务

Figure 3 Core targets of four terraces for combating desertification in China

优先探索将生态用地纳入实质性立法和国土分类管理，依据面向未来的土地生态功能属性，提出将荒漠化防治地区的生态用地分为3类：永久生态用地（天然的）、基本生态用地（人工的）和后备生态用地（污染废弃的）。生态用地实施分类管理，实现永续利用：针对永久生态用地，主抓一个“保”字，加强封禁保护；针对基本生态用地，主抓一个“治”字，保障其生态、生产和生活功能兼顾，实施生态工程，开展生态治理；针对后备生态用地，加强土地的治理和修复，兼顾“治”和“用”，为未来发展预留土地“增量”[24,25]。

生态用水实现科学高效。荒漠化防治的生态用水实现以水定绿、以水定产，基于植被生态需水量科学优化配置林草资源。在生态环境破坏相对严重、立地条件较差的地区，主要通过国家重大生态工程建设实施积极的人工干预和生态重建，加强生态用水供给；在生态环境破坏相对轻微、立地条件较好的地区，主要依靠近自然修复和封禁保护实现生态恢复，严格管控生态用水供给。

荒漠化防治与区域一体化高质量发展统筹谋划、协同推进。荒漠化防治要与国家和地方发展战略密切协同，尤其是在西部地区要加快产业的绿色转型，实现沙区农业生产的现代化、智能化，鼓励沙区农业与光伏风电产业高度融合，鼓励保护性耕作（免耕），推广有机农业生产，形成沙区绿色、低碳、环保的新兴特色农业生产模式。

3.2.2 全域治沙、实时监测

实现多维度全域治沙。在空间上实现“全流域、全山域、全沙域”覆盖，统筹山地-冲洪积扇/冲洪沟-绿洲过渡带-沙漠全链条治沙，重点针对沙漠边缘的绿洲过渡带开展“绿洲上下游全域”治沙。在时间上实现“全过程、全时长、全周期”覆盖，针对生态重建所需的时间尺度的不同（地质年代尺度、生态系统世代交替和演替尺度、人类生态建设尺度）实现分类施策，实现“谁破坏，谁恢复；谁污染，谁治理；谁享用，谁买单”[26,27]。在必要时仍需通过布局国家生态工程促进荒漠化防治，在荒漠化较为严重的情况下尤其如此。在学界上的“全学科、全方向、全领域”覆盖，以水土保持和荒漠化防治提升为一级学科为契机，吸纳林学、生态学、地质学、地理学、环境科学、生物学、水利科学等自然科学力量融入荒漠化防治工作，加强国际合作、兑现履约承诺、重视战略和政策制定、鼓励沙产业和沙漠经济学等研究和方向。

实现实时荒漠（化）动态监测。目前国家林草行业主管部门每5年开展1次全国性荒漠化和沙化监测，未来将逐步实现每年、最终达到实时动态的荒漠生态系统和荒漠化监测能力。实现按年度的荒漠生态系统质量评估、健康评估、功能和服务评估、生态资产评估。探索核算中国荒漠化防治的生态效益贡献并实现年度评估。



图4　中国荒漠化防治的未来愿景（2035）

Figure 4　Future vision (2035) for combating desertification in China

3.2.3 人沙和谐、增绿固碳

优先保护，原生沙漠。荒漠生态系统提供的生态价值稳步提升，供给的生态产品逐步丰富，沙区生物多样性持续改善；在自然条件和生态工程共同作用下，实现沙区长期增绿、固碳增汇，荒漠生态碳汇能力得到科学认定并稳步提升；对天然沙漠、沙地、戈壁实现严格的封禁保护，为子孙后代保留一片原生沙海。

趋利避害，因害设防。预计到2035年，黄河流域、京津冀周边等重点区域生态状况将实现逐步好转，粗沙入黄、灌区盐碱化等问题得到有效治理，境内风沙源地区生态状况发生显著好转（间接降低中国北方沙尘天气频率与危害），北方生态安全屏障将实现有效、健康、永续。

高效利用，改善生计。在具备生产职能的荒漠化治理或已治理土地上，一批生态产业得到快速发展。例如，现代生态农业（大力推广保护性耕作、植物工厂、光合工程）、中草药特色种植（近自然的拟境种植提升道地药材品质）、可再生能源开发利用（风电、光伏、生物质能源）、特色生态旅游产业（依托国家公园为主体的自然保护地体系，如沙漠公园等）等。荒漠地区风电光伏产业高速发展，在国际上占据领先地位，外送电能之外的部分电能通过现代生态农业方式就地利用，有利于助力生态产业发展和沙区乡村振兴，实现高质量绿色发展转型。

3.2.4 中国药方、全球共赢

技术转让、协同创新、互惠互利。① 未来中国荒漠化防治经验、技术和新材料将支持非洲开展“绿色长城”建设，中国近40年的荒漠化防治经验（尤其是被誉为“绿色长城”的“三北”工程）可以直接支持非洲，为泛非洲“绿色长城”建设贡献中国智慧、提供中国方案；② 农林复合经营技术转让，中国在该领域经验丰富、模式成熟；③ 光伏产业，尤其适合非洲人口众多且缺电区域的发展。期待未来中国荒漠化防治的智慧和技术为蒙古高原、中亚咸海地区、非洲地区和全球治理荒漠化、推动早日实现全球土地退化零增长作出中国贡献。

推动跨境全域治理。2022年底，中国提出倡议，探讨设立中蒙荒漠化防治合作中心，以及中阿干旱、荒漠化和土地退化国际研究中心，将跨境全域治理、共同保障“一带一路”沿线荒漠化地区人民福祉作出实质贡献。在过去长期开展荒漠化防治技术模式国际合作基础上，未来基于两大中心合作机制，中国荒漠化防治将积极参与跨境治理，将为全球防治荒漠化提供科技支撑、决策支持和智库服务。面对境外沙尘源区生态环境恶化趋势，未来应尽快开展跨境戈壁、沙漠等沙源地的摸底详查，向境外沙源地所在国家推介“大国治沙”乃至“大国治理”的中国方案、中国智慧和中国贡献。支持为泛非洲“绿色长城”建设、大中亚咸海生态修复计划、蒙古10亿棵树计划、沙特100亿棵树倡议等提供国家和社会层面的国际合作与技术支撑，切实推动保障“一带一路”沿线国家荒漠化地区的生态安全和人民福祉。

参考文献

1 国家林业和草原局. 中国防治荒漠化70年. 北京: 中国林业出版社, 2020.
National Forestry and Grassland Administration. 70 Years of Combating Desertification in China Beijing: China Forestry Publishing House, 2020. (in Chinese)

2 Bryan B A, Gao L, Ye Y Q, et al. China's response to a national land-system sustainability emergency. Nature, 2018, 559: 193-204.

3 Chen C, Park T, Wang X H, et al. China and India lead in greening of the world through land-use management. Nature Sustainability, 2019, 2(2): 122-129.

4 Wang F, Pan X B, Gerlein Safdi C, et al. Vegetation restoration in Northern China: A contrasted picture. Land Degradation & Development, 2020, 31(6): 669-676.

5 Lu F, Hu H F, Sun W J, et al. Effects of national ecological

restoration projects on carbon sequestration in China from 2001 to 2010. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018, 115(16): 4039-4044.

6 李晓松, 卢琦, 贾晓霞, 等. 地球大数据促进土地退化零增长目标实现:实践与展望. 中国科学院院刊, 2021, 36(8): 896-903.
Li X S, Lu Q, Jia X X, et al. Harnessing Big Earth Data to facilitate land degradation neutrality goals—Practices and prospects. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(8): 896-903. (in Chinese)

7 李晓松, 张磊, 姬翠翠, 等. 2000—2018年京津风沙源沙化土地时空动态与归因分析. 科学通报, 2023, 68(11): 1343-1355.
Li X S, Zhang L, Ji C C, et al. Dynamic and attribution analysis of sandy lands in the Beijing-Tianjin sandstorm source region during 2000-2018. Chinese Science Bulletin, 2023, 68(11): 1343-1355. (in Chinese)

8 Cheng L L, Lu Q, Wu B, et al. Estimation of the costs of desertification in China: A critical review. Land Degradation & Development, 2018, 29(4): 975-983.

9 程磊磊, 却晓娥, 杨柳, 等. 中国荒漠生态系统:功能提升、服务增效. 中国科学院院刊, 2020, 35(6): 690-698.
Cheng L L, Que X E, Yang L, et al. China's desert ecosystem: functions rising and services enhancing. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(6): 690-698. (in Chinese)

10 国家林业和草原局科学技术司. 中国陆地生态系统质量定位观测研究报告-2020-荒漠. 北京: 中国林业出版社, 2021.
Department of Science and Technology, National Forestry and Grassland Administration. Research Report on Positioning Observation of Terrestrial Ecosystem Quality in China-2020-Desert. Beijing: China Forestry Publishing House, 2021. (in Chinese)

11 冯起, 白光祖, 李宗省, 等. 加快构建西北地区生态保护新格局. 中国科学院院刊, 2022, 37(10): 1457-1470.
Feng Q, Bai G Z, Li Z S, et al. Accelerate construction of new pattern of ecological protection in northwest China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(10): 1457-1470. (in Chinese)

12 Bao Y S, Cheng L L, Bao Y F, et al. Desertification: China provides a solution toa global challenge. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 2017, 4(4): 402.

13 卢琦, 雷加强, 李晓松, 等. 大国治沙:中国方案与全球范式. 中国科学院院刊, 2020, 35(6): 656-664.
Lu Q, Lei J Q, Li X S, et al. China's combating desertification: National solutions and global paradigm. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(6): 656-664. (in Chinese)

14 于贵瑞, 杨萌, 郝天象, 等. 统筹生态系统五库功能,筑牢国家生态基础设施——新时代我国生态建设理念、任务和目标. 中国科学院院刊, 2022, 37(11): 1534-1538.
Yu G R, Yang M, Hao T X, et al. Coordinate the five-pool functions of ecosystem and build strong national ecological infrastructures—Ecological construction ideology, tasks and goals in the new developing era of China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(11): 1534-1538. (in Chinese)

15 卢琦. 中国沙情. 北京: 开明出版社, 2000.
Lu Q. Sand Situation in China. Beijing: Kaiming Publishing House, 2000. (in Chinese)

16 卢琦, 杨有林, 王森, 等. 中国治沙启示录. 北京: 科学出版社, 2004.
Lu Q, Yang Y L, Wang S, et al. China's Sand Control Revelations. Beijing: Science Press, 2004. (in Chinese)

17 卢琦, 李永华, 崔向慧, 等. 中国荒漠生态系统定位研究网络的建设与发展. 中国科学院院刊, 2020, 35(6): 779-793.
Lu Q, Li Y H, Cui X H, et al. Establishment and development of long-term desert ecosystem research network in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(6): 779-793. (in Chinese)

18 包岩峰, 杨柳, 龙超, 等. 中国防沙治沙60年回顾与展望. 中国水土保持科学, 2018, 16(2): 144-150.
Bao Y F, Yang L, Long C, et al. Review of 60 years combating desertification in China and prospects on it. Science of Soil and Water Conservation, 2018, 16(2): 144-150. (in Chinese)

19 王涛. 中国防沙治沙实践与沙漠科学发展的70年——I.初创篇. 中国沙漠, 2022, 42(1): 1-4.
Wang T. The practice on prevention and control of aeolian desertification and the development of desert science in

China for 70 years: Startups part. Journal of Desert Research, 2022, 42(1): 1-4. (in Chinese)

20 王涛. 中国防沙治沙实践与沙漠科学发展的70年——II. 开拓篇(1). 中国沙漠, 2023, 43(1): 1-8.
Wang T. The practice on prevention and control of aeolian desertification and the development of desert science in China for 70 years: Pioneering part (1). Journal of Desert Research, 2023, 43(1): 1-8. (in Chinese)

21 三北工程建设水资源承载力与林草资源优化配置研究项目组. 三北工程建设水资源承载力与林草资源优化配置研究. 北京: 科学出版社, 2022.
Research team on water resources carrying capacity and optimal allocation of forest and grass Resources in the Three North Project. Research on Water Resources Carrying Capacity and Optimal Allocation of Forest and Grass Resources in the Three North Projects. Beijing: Science Press, 2022. (in Chinese)

22 李生宇, 雷加强, 徐新文, 等. 中国交通干线风沙危害防治模式及应用. 中国科学院院刊, 2020, 35(6): 665-674.
Li S Y, Lei Q Q, Xu X W, et al. Patterns of blown-sand hazard control for traffic arteries in China and its application. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(6): 665-674. (in Chinese)

23 傅伯杰, 吕楠, 吕一河, 等. 加强生态系统管理助力碳中和目标实现. 中国科学院院刊, 2022, 37(11): 1529-1533.
Fu B J, Lu N, Lu Y H, et al. Strengthening ecosystem management is helpful for achieving the carbon neutrality goal. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37 (11): 1529-1533. (in Chinese)

24 宫丽彦, 程磊磊, 卢琦, 等. 荒地的概念、分类及其生态功能解析. 自然资源学报, 2015, 30(12): 1969-1981.
Gong L Y, Cheng L L, Lu Q, et al. Analysis of the definition, classification and ecological function of wasteland. Journal of Natural Resources, 2015, 30(12): 1969-1981. (in Chinese)

25 卢琦, 崔桂鹏, 孙楷. 关于在国土分类管理中设立生态用地的构想. 中国土地, 2021, (5): 4-9.
Lu Q, Cui G P, Sun K. The proposal of establishing ecological land use in land classification management. China Land, 2021, (5): 4-9. (in Chinese)

26 张新时. 关于生态重建和生态恢复的思辨及其科学涵义与发展途径. 植物生态学报, 2010, 34(1): 112-118.
Zhang X S. An intellectual enquiring about ecological restoration and recovery, their scientific implication and approach. Chinese Journal of Plant Ecology, 2010, 34(1): 112-118. (in Chinese)

27 Ellis E C, Gauthier N, Klein Goldewijk K, et al. People have shaped most of terrestrial nature for at least 12, 000 years. PNAS, 2021, 118(17): e2023483118.

China's governance: Strategy choice and future vision for combating desertification

CUI Guipeng[1,2] XIAO Chunlei[3] LEI Jiaqiang[4] LI Xiaosong[5,6] Bao Yingshuang[1,2] LU Qi[1,2*]

（1 Institute of Ecological Conservation and Restoration, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2 Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

3 China Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China;

4 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

5 Key Laboratory of Digital Earth Science, Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China;

6 International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals, Beijing 100094, China）

Abstract China has made remarkable achievements in combating desertification over the past 70 years. At present, China has entered a new stage of combating desertification while facing many problems such as large desertification land base and high difficulty in combating desertification, and it is more important to meet the national strategic needs of ecological construction, rural revitalization, and the development and utilization of renewable energy in desert, Gobi, and wasteland areas. The strategic choice of combating desertification in China in the new era is overall improvement and key breakthroughs. The core of the strategy is whole-area governance, innovation-driven, and technology integration. The institutional arrangement of preferential policies is to fully implement the "one desert, four mechanisms" (cultivation, prevention, combating, and utilization), make every effort to win the "three iconic battles" of the "Three-North" battle, give priority to the implementation of key demonstration projects, and accelerate the update of policy. A new engine of science and technology will be built to improve the quality and efficiency for combating desertification, draw a bright vision of Chinese-style modernization featuring integration of production, life, and ecology and harmonization between human being and desert, and promote the "Chinese solution" of combating desertification to benefit the whole world.

Keywords combating desertification, sand prevention and fixation, ecological governance, strategy choice, future vision

崔桂鹏 中国林业科学研究院生态保护与修复研究所、荒漠化研究所助理研究员。主要研究领域：荒漠生态保护修复、荒漠化防治战略与政策、荒漠环境演变等。E-mail: cuigp@caf.ac.cn

CUI Guipeng Ph.D. in quaternary geology, Assistant Professor of Institute of Ecological Conservation and Restoration and Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry (CAF). His research focuses on strategies and policies of desert ecological protection and restoration, and the evolution of desert environment. E-mail: cuigp@caf.ac.cn

卢 琦 中国林业科学研究院首席科学家，中国林业科学研究院生态保护与修复研究所、荒漠化研究所研究员。长期从事荒漠化防治、干旱区生态系统管理及相关战略与政策等研究。E-mail: luqi@caf.ac.cn

LU Qi Chief Scientist, Professor of Institute of Ecological Conservation and Restoration and Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry (CAF), Doctoral Supervisor. His research interests focus on desertification control, ecosystem management in arid zones, and related macro strategies and policies. E-mail: luqi@caf.ac.cn

■责任编辑：张帆

*Corresponding author